

Ch
Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
05
S
70

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas
te Naaldwijk

356

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION voor de GROENTEN- en
FRUITTEELT onder GLAS te NAALDWIJK

Praktijkverslag voor de verrichtte werkzaamheden op het
Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas
te Naaldwijk.

P.J. Smits

M55/12

Naaldwijk, augustus t/m november 1976

A
05
5
70

05 + 09 : 16
Stamboek nr. 9349

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas
te Naaldwijk

Praktijkverslag voor de verrichtte werkzaamheden op het
Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas
te Naaldwijk.

P.J. Smits

M55/12

Naaldwijk, augustus t/m november 1976

222 7909

Inhoud.

	blz.
1. Voorwoord	1
2. Inleiding	2
2.1. Het proefstation	2
2.2. De afdeling fysiologie	3
3. Het groeionderzoek	4
3.1. Inleiding	4
3.2. De apparatuur	5
3.3. Overzicht van de gevolgde methoden	77
3.4. Resultaten	10
3.5. Discussie	14
4. Geraadpleegde literatuur.	16
5. Bijlagen.	18

Voorwoord.

Gedurende de maanden augustus t/m november 1976 heb ik, als onderdeel van mijn praktijktijd, gewerkt op het Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk. Mijn voorkeur om op de afdeling fysiologie een stukje onderzoek te verrichten bleek goed mogelijk.

Als specifiek doel in deze vier maanden, gold het ontwikkelen van een geschikte methode, om de groei van jonge (sla)planten in klimaatkamers nauwkeurig te meten, en het bepalen van het effect van verschillende milieufactoren op de groeisnelheid van de plant. Bij de uitvoering van dit onderzoek werd ik met raad en daad bijgestaan door de heren G. Heij en P.J.A.L. de Lint, waarvoor mijn dank.

Verder heb ik meegewerkt aan het lopend onderzoek van de heren de Lint en Heij. Hiervoor, en ook voor het onderzoek naar de groeisnelheid van slaplant, moest tamelijk veel routinewerk worden verricht.

Een indruk van het functioneren van het proefstation als geheel, en van verschillende facetten van het onderzoek heb ik in de loop van de vier maanden vrij redelijk gekregen.

Om ook een indruk te krijgen van de tuinbouw in het Zuid Hollands Glasdistrikt, heb ik verschillende malen de vergadering van de bedrijfsvoorlichters bijgewoond. Ook ben ik een paar keer met een voorlichter op bedrijfsbezoek geweest. Bovendien heb ik mijn verblijf in het Westland aangegrepen om een aantal studieclubavonden bij te wonen.

2. Inleiding.

2.1. Het Proefstation.

Aan het eind van de vorige eeuw, begon de glastuinbouw in het Westland op te komen. In deze tijd was er nog een grote leemte aan kennis en vakinformatie. Hierdoor was er altijd grote belangstelling voor de in de praktijk uitgevoerde, eenvoudige proeven. De aanstelling van een tuinbouwleraar, die tot taak had de telers voorlichting te geven, en de stichting van de Rijkstuinbouwwinterschool, waren de eerste aanzetten in de richting van een betere begeleiding van de tuinders. Met de in 1900 gestichte Proeftuin, werden de mogelijkheden tot het opdoen van meer vakkennis aanzienlijk uitgebreid. In deze periode, waarin de subsidie van het rijk en de provincie nog zeer gering was, werden veel teeltproeven genomen met een zeer groot aantal fruit- en groentegewassen. Bovendien werd er voor de leden plant- en entmateriaal opgekweekt.

In 1925 werd het perceel van de proeftuin overgenomen door de veiling Naaldwijk en werd een nieuw bedrijf aan de Zuidweg als proeftuin ingericht. Met deze vernieuwingen, wilde men ook het onderzoek wetenschappelijker uitvoeren en meer aandacht besteden aan de voorlichting. Grote problemen in de tuinbouw waren in deze jaren de verzilting van de grond, en de ziekten en plagen in het gewas.

In 1927 werd het werkterrein van de proeftuin uitgebreid, en werd na statuutswijziging, de naam proeftuin Westland, veranderd in Proeftuin Zuid Hollandsch Glasdistrikt. In dit jaar waren er 2000 leden.

De crisis van de dertiger jaren ging gepaard met verhoogde activiteiten in het onderzoek en de voorlichting. Hierdoor steeg onder de tuinders het animo om lid te worden en in 1940 telde de proeftuin meer dan 5000 leden. Het onderzoek was in deze periode o.a. gericht op de toepassingen van koolzuurgasbemesting, plantenbe-lichting en grondverwarming en de bestrijding van spint, witte vlieg, virusziekten en meeldauw en knol bij tomaat.

Tijdens de tweede wereldoorlog werd het onderzoek beperkt, en voor een deel gericht op de schaarste situatie. De voorlichtingsdienst,

die tot dat moment met acht man had gewerkt en snel werd uitgebreid tot 23 man, verzorgde onder andere in deze jaren de distributie van glas, meststoffen, bestrijdingsmiddelen en dergelijke.

Na de oorlog, werd het onderzoekpersoneel sterk uitgebreid en werd een splitsing gemaakt in een afdeling grond en bodemkartering en een plantkundige afdeling. In 1949 werd de verkoopafdeling van de proeftuin opgeheven en na statuutswijziging kreeg de proeftuin de status proefstation en werd de naam veranderd in Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder Glas. Ook in deze jaren werd er onder andere onderzoek gedaan naar de belichting van tomaten- en komkommerplanten gedurende de opkweek en het gebruik van grondverwarming. In de 50er en 60er jaren werd de outillage van het proefstation aanzienlijk uitgebreid en ook het personeelsbestand nam flink toe. De sterke kostenstijging was er de oorzaak van, dat het gezamenlijk bedrijfsleven de benodigde gelden niet langer kon opbrengen, met als gevolg dan het rijk langzamerhand 50 % van de kosten voor haar rekening ging nemen.

In 1962 werd een verdere opsplitsing gemaakt in vier onderzoekafdelingen, te weten: Grond, water en bemesting, Teelt en kasklimaat, Plantenziekten en ziektebestrijding en Fysiologie. Deze indeling, die op papier vrij scherp lijkt, is wat het onderzoekterrein betreft vaak minder duidelijk. Toch blijkt deze opsplitsing in de dagelijkse praktijk nog wel eens belemmerend te werken voor het uitvoeren van gezamenlijke projecten van twee of meer afdelingen, waardoor de efficiëntie van het werk niet altijd optimaal lijkt.

Op het moment is (er) ongeveer 160 man personeel in dienst van het proefstation. Dit aantal werknemers maakt een juiste organisatie en coördinatie van het onderzoek uiterst moeilijk, vooral omdat zinvol en efficiënt werken alleen mogelijk is bij tijdige aflevering van toeleveringsprodukten voor het onderzoek.

2.2. De afdeling fysiologie.

Het onderzoek van de afdeling fysiologie is op het moment voor een belangrijk deel gericht op het bepalen van de maximale groeipotentie van de tomaat en andere belangrijke tuinbouwgewassen. Hierbij

wordt veel onderzoek gedaan naar de invloed van licht, temperatuur en andere milieu- en behandelingsfactoren op de groei- en ontwikkelingssnelheid van de plant. Er wordt zowel aandacht besteed aan de behandelingseffekten op jonge- als op oude planten, op individuele planten en op een geheel gewas. Zo wordt in de hangemmeropstelling de groei geanalyseerd van een konstant tomatengewas, met een totale bladhoeveelheid dat overeenkomt met een volgroeid gewas. Potten met tomatenplanten hangen hier aan fietskettingen in 5 lagen boven elkaar, waarbij in de bovenste laag de jongste, in de onderste laag de oudste planten hangen. Door ongeveer éénmaal in de twee weken een deel van de planten, van verschillende leeftijd, te monstereën; de kettingen één stand door te draaien en een nieuwe laag van \pm 5 weken oude planten boven de andere planten te hangen, kunnen jaarlijkse groeikurven worden verkregen. Met behulp van een soort druppelbevloeiing met voedingsoplossing, worden de potkluiten continu waterverzadigd gehouden. Door registratie van het waterverbruik kan de invloed van de dagelijkse instraling op de evapotranspiratie worden bepaald. Op de afdeling wordt ook onderzoek verricht naar fysiogene afwijkingen zoals verdrogingschade, rand en glazigheid en blauwverkleuring in het schutblad van *Anthurium andreanum*. Het vermoeden bestaat dat een gestoorde waterhuishouding van de plant deze afwijkingen teweeg brengt. Andere onderzoeksprojecten zijn onder andere gericht op de bloeispreiding en regulering bij trosanjers, het gebruik van groeiregulators voor de rustdoorbreking van fressiaknollen en de versnelling van de roodkleuring van paprika's aan de plant en de rijping na de oogst en het bewaren van plantgoed. Ook wordt er nog steeds aandacht besteed aan de toepassing van kunstlicht in de tuinbouw.

3. Het groeionderzoek.

3.1. Inleiding.

In het kader van het onderzoek naar de groeipotentie van de verschillende belangrijkste tuinbouwgewassen, zijn in 1974 vier klimaatkamers gebouwd. Met behulp van deze klimaatcellen is het mogelijk de effecten van licht, temperatuur en koolzuurconcentratie, op de fotosynthesesnelheid van de plant te bepalen.

Bij het vele fotosynthese onderzoek, dat in de loop der jaren elders is gedaan, werden de metingen dikwijls verricht aan delen van de plant. Afname van de koolzuurconcentratie van de doorgevoerde lucht, was hierbij vaak maat voor de netto-fotosynthese.

Over potentiële groei en in het bijzonder groeisnelheden van de gehele intakte plant is nog vrij veel onbekend. Deze, voor de praktijk uiterst belangrijke aspecten, waren de criteria van bepalingen, die met behulp van de groeikamers moesten kunnen worden uitgevoerd. Daarom is indertijd gekozen voor apparatuur waarin de gehele plant kan worden geplaatst.

In 1975 zijn in de klimaatcellen enige oriënterende proeven verricht, waarbij de invloed van de lichtintensiteit en de temperatuur op de droge stofproduktie werd bepaald bij tomaat, kropsla, trosanjer en chrysant.

Door het gebruik van te weinig proefplanten en het hanteren van een niet geheel bevredigende onderzoeks- en verwerkingsmethode, waren de resultaten nog vrij onduidelijk.

In de maanden augustus t/m november is het onderzoek vooral gericht geweest op het ontwikkelen van een geschikte methode, om het effect van de verschillende groeifactoren op de verse groei en de droge stofproduktie betrouwbaar te kunnen meten.

Omdat het voor de praktijk mogelijk belangrijk is, sla met een bepaald droge stof gehalte aan te voren, is het interessant om te weten bij welke milieukondities de toename in drooggewicht, procentueel gelijk is aan de toename in versgewicht. Derhalve is er tevens onderzoek verricht naar de temperatuurfunctie van de groei bij jonge slaplante cv, Amanda plus, omdat niet bekend was, wat de konsekwenties van een lange dan wel korte behandelingsduur zijn en over welk tijdsinterval de groei bij slapplanten meetbaar is, is de behandelingsduur in het begin gevarieerd.

3.2. De apparatuur.

De vier klimaatkamers (kuvetten) zijn opgebouwd uit perspexplaten en hebben een afmeting van 65 x 75 x 61 cm. Iedere kuvet staat in een grotere buitenkast. In deze buitenkast, die van de lampruimte, waar kontaktpunten zijn voor vier hoge drukkviklampen, is gescheiden door een

glazen plaat, wordt de gewenste temperatuur ingesteld met behulp van een kontaktthermometer. De verwarming gebeurt door de er boven geplaatste lampen; de koeling vindt plaats met behulp van een axiaal ventilator, die lucht, die eerst door een warmtewisselaar, met aansluiting op een koelmachine, is geleid, in de buitenkosten blaast. De temperatuur in de kuvetten komt tot stand door middel van geleiding via de kuvetwand. De door de ventilatoren veroorzaakte luchtbeweging in de buitenkast en de luchtcirculatie in de kuvet zelf, bevorderen deze warmte uitwisseling. De gerealiseerde temperatuur in de kuvet, is gemiddeld 4° tot 5°C hoger dan de temperatuur in de buitenkast en ligt bij belichting met vier lampen tussen 16° en 45°C en bij belichting met één lamp tussen 12° en 35°C .

In elke kuvet wordt de temperatuur gemeten met behulp van een met aluminium afgeschermd Koper-Konstantaan thermokoppel; de relatieve vochtigheid wordt bepaald met een geventileerde psychrometer.

Met een luchtbevochtigings- en drogingsinstallatie, wordt de dauwpunttemperatuur van de lucht in de kuvetten geregeld. Per uur wordt er ca. 1.5 m^3 lucht per kuvet aangezogen. Deze lucht wordt fijn verdeeld op de temperatuur van een waterbad gebracht, vervolgens met waterdamp verzadigd en weer in de kuvetten teruggevoerd.

Zuivere koolzuur kan kontinu worden gedoseerd. De CO_2 -concentratie in de kuvetten wordt gemeten met behulp van een infrarood gasanalysator. De intensiteit van de absorptie bij 4.3μ is een maat voor de koolzuurconcentratie van de lucht. Lucht uit de kuvetten wordt kontinu aangevoerd, maar omdat de gasanalysator slechts één concentratie tegelijk kan meten, wordt met behulp van naaldafsluiters, magneetkleppen en een programmaregelaar steeds lucht uit één kuvet door de gasanalysator gevoerd. De in het begin optredende storingen in de CO_2 -concentratiebepalingen, die tamelijk veel oponthoud hebben gegeven, bleken uiteindelijk te kunnen worden toegeschreven aan een omgekeerde werking en vervuiling van de magneetkleppen.

Onder in elke kuvet bevindt zich een draaiplateau. Hierop worden de proefplanten geplaatst, zodat zij min of meer gelijkmatig belicht worden. Bovendien zorgt de hiermee optredende luchtbeweging, samen met een tegen de zijwand bevestigde ventilator voor het verkleinen van een temperatuur en/of CO_2 -gradiënt.

Alle groeimetingen werden uitgevoerd met vier HLRG lampen (400 W)

per kuvet. Gemeten met een cos. gecorrigeerde vlakke lichtmeter, gaf dit op planthoogte een bestralingssterkte van 30 W.m^{-2} , aan fotosynthetisch actieve straling (420-680 nm). De koolzuurconcentratie in de kuvetten was niet zo gemakkelijk in te stellen en varieerde van 1900 tot 2400 ppm. De relatieve vochtigheid was vrij konstant en schommelde rond de 95%.

3.3. Overzicht van de gevolgde methoden.

In eerste instantie werden planten van het zomercultivar *Ostinata* in perspotjes van 4 cm van een plantenkweker betrokken. De plantjes werden in groepjes van vier, uitgezet en continu in een laagje water gehouden. Voor het onderzoek, werden in vijf ronde aluminium schotels, met een diameter van 50 cm en een hoogte van 5,5 cm, gemiddeld 96 plantjes geplaatst. Door steeds een volgend groepje van vier plantjes in een volgende bak te plaatsen, werd het effect van eventuele verschillen in plantmateriaal, veroorzaakt door een verschillende standplaats, zoveel mogelijk weggewerkt. Nadat vier willekeurige bakken met planten in de kuvetten waren geplaatst, werden uit 1 bak alle plantjes onder de cotylen afgesneden en gewogen. Deze controleplanten werden bij 65°C in de droogstoof geplaatst. Na respectievelijk 2, 4, 6 en 8 uur en 16, 18, 20 en 22 uur behandeld te zijn geweest werden de andere planten afgesneden, gewogen en in de droogstoof geplaatst. Na minimaal 16 uur bij 65°C te zijn gedroogd, werden de planten nog 2 uur bij 105°C nagedroogd. Hierna werd het drooggewicht van de planten bepaald. Op basis van het gewichtsverschil tussen de behandelde- en de controleplanten werd de groei en groeisnelheid van de planten bepaald. Hierbij werd er vanuit gegaan, dat op tijdstip nul, het moment van inzetten van de behandelingsplanten en het snijden van de controleplanten, de ca 96 planten samen uit elke bak aan elkaar gelijk zijn. Omdat de milieukondities in de vier kuvetten niet volledig identiek gerealiseerd konden worden, was een vergelijking van de $\overline{\text{RGR}}$ van de planten in de kuvetten onderling, niet erg zinvol en werd na 2 keer 2 series te hebben uitgevoerd, overgeschakeld op een systeem, waarbij de planten evenlang in elke cel stonden. De gewichtstoename ten opzichte van de controle planten werd over de

vier kuvetten gemiddeld en beschouwd als resultaat van de gemiddelde milieukondities in de vier cellen.

Na in totaal 6 series bepalingen met plantjes van het cultivar *Ostinata*, konden wij bij de plantenkweker het cultivar *Amanda-plus* krijgen. Hiermee werd op bovenstaande wijze nog enkele proeven genomen. Een groot probleem vormde echter de geringe uniformiteit van het plantmateriaal; de spreiding in de berekende \overline{RGR} -waarden was navenant vrij groot. Van grote invloed hierop was het feit, dat de groei van ca. 380 plantjes gerelateerd werd aan een controlegroep van ca. 95 planten, zodat fluktuaties in het gewicht van de controlegroep een onevenredig grote invloed hadden op de resultaten.

Daarom werd besloten in het vervolg evenveel controle-planten als behandelingsplanten te gebruiken. In verband met ruimtegebrek werden de controle planten na het snijden in een koelkast bewaard en later tegelijk met de behandelde planten in de droogstoof geplaatst. In verband met de bewerkelijkheid van het in de bakken plaatsen van de planten en de wens om de betrouwbaarheid van de resultaten verder op te voeren, door het gebruik van meer en meer uniforme planten, werd inmiddels gezocht naar een handzamere methode. Met de aanschaf van 90 ronde aluminium bakken, met een diameter van 48 cm en een hoogte van 4.5 cm, kon een begin gemaakt worden met het zelfopkweken van de slapplanten. Eerst werd in de bodem van elke bak een aantal gaten gemaakt, om water aan- en afvoer mogelijk te maken. Voor het maken van een zaaibak, zie figuur, werden in een aluminiumplaat 177 gaatjes geboord met een diameter van 4.0 mm. De randen van de plaat werden omgebogen, zodat een vierkante bak ontstond. In een andere plaat werden evenveel gaten geboord met een diameter van 10 mm. Deze plaat werd met steuntjes onder de bak geklemd. Door het verschuiven van de onderplaat kwamen de gaatjes synchroom boven elkaar. Op deze manier konden de slapillen gelijkmatig gezaaid worden.

Als substraat werd handelspotgrond gebruikt. Na het zaaien (iedere keer 10 bakken tegelijk) werden de pillen vastgedrukt in de potgrond; de grond werd flink natgebroest en het geheel werd met kranten afgedekt. De bakken werden op plastic folie gezet en na het zichtbaar worden van de kiemplantjes werden de kranten verwijderd en werden indien nodig, water gegeven door met de slang over de planten te broezen. (Het gebruikte leidingwater was met behulp van omgekeerde osmose grotendeels van de aanwezige zouten ontdaan). De temperatuur in de opweekruimte werd ingesteld op een nachttemperatuur

van 15°C. Deze temperatuur bleek voor de kieming vrij laag; de tijd tussen zaaien en opkomst was 4 tot 5 dagen en de spreiding in tijdstip van opkomst leek tamelijk groot, met als gevolg (ook) onderlinge verschillen in plantgewicht. Verhogen van de temperatuur was echter niet zinnig, omdat de lichtintensiteit in de opkweekruimte bijzonder laag was. De planten stonden in een oud, weinig licht doorlatende komkommerkas. Hierdoor hadden de planten (toch al) een laag droge stofgehalte; zij waren steeds lichtgroen van kleur en hadden nogal langgerekte bladeren. De tijd tussen zaai en gebruiksklare planten bedroeg 3 tot 5 weken. Voor de proeven werden acht, met elkaar het meest overeenkomende bakken geselecteerd. Hiervan werden vier bakken planten in een laagje water in de bakken van 50 cm gezet en zo in de kuvetten geplaatst. De planten uit de andere bakken werden als controleplanten afgesneden en in de koelkast bewaard.

Na enkele series met tamelijk bizarre resultaten, werd duidelijk dat het effect van de standplaats op het gewicht van de planten vrij aanzienlijk was. Vooral verschillen in lichtintensiteit en mogelijk ook verschillen in de watergift, waren hiervan de oorzaak. Vanaf dat moment werd het at random pakken gestaakt en werd zodanig geselecteerd, dat controlebakken en behandelingsbakken op overeenkomstige plaatsen hadden gestaan.

Een bezwaar bij de tot nu toe beschreven methode, dat vooral naar voren komt bij een zeer korte behandelingsduur, is, dat de ingestelde milieukondities in de kuvetten, door het inbrengen van de planten danig worden verstoord. Het koolzuurgasgehalte daalt abrupt en is pas na een uur weer op het oorspronkelijke niveau. Ook de temperatuur en de relatieve vochtigheid veranderen vrij plotseling: bij een ingestelde temperatuur van 45°C, daalt de temperatuur in de kuvetten met 3° tot 4°C en het duurt soms wel drie uur voordat de temperatuur pas weer op 44°C is. De oorzaak van dit temperatuurverval, is de enorme kou-inhoud van de planten en de grond en de verhoogde luchtbeweging in de kuvetten. Hierdoor is er meer uitwisseling tussen de kuvetlucht en de iets koudere kuvetwand.

Om bovenstaande storende invloeden zoveel mogelijk te ondervangen, werden op een gegeven moment slechts vier bakken planten per serie gebruikt. De vier bakken werden in de cellen geplaatst en na 1 uur

werden uit twee cellen de controleplanten afgesneden. Hierna stonden de twee andere bakken nog enkele uren in hun klimaatkamer en werd de groei bepaald bij tamelijk konstante milieufactoren.

Omdat de droge stofproduktie sterk afhankelijk is van het bladoppervlak, maar bij alle bepalingen alleen het gewicht van de plant bekend is en dit gewicht niet steeds konstant is geweest, is van 25 planten die resp. 27, 30, 34, 41, 43 en 47 dagen eerder gezaaid waren, het versgewicht, het bladoppervlak en het drooggewicht bepaald, om te kijken of er een nauwgekorreleerd rechtlijnig verband tussen plantgewicht en bladoppervlak bestaat.

Gedurende enkele weken is de droge stof van de controle- en behandelde planten vermalen. Het doel hiervan was, om via kwantitatieve analyse de groei nauwkeuriger te kunnen omschrijven. Van deze analyse, die elders moest worden verricht, zijn echter nog geen resultaten beschikbaar.

3.4. Resultaten.

Uit de bladoppervlaktemetingen en gewichtsbepalingen blijkt, dat het vers gewicht zeer sterk is gecorreleerd met het bladoppervlak. ($r = 0,998$) (zie figuur 4). De gevonden regressielijn luidt:

$y = 58.1 x - 2.28$ waarin Y = bladoppervlak

x = plantgewicht.

Na bepaling van het gewogen gemiddelde per 25 planten, blijkt dat de LAR-waarde op het moment van meten ook vrij konstant is.

Een overzicht van de verzamelde gegevens staat in tabel 1.

Uit de gegevens komt naar voren, dat de variatie in bladoppervlak en plantgewicht tussen de 25 planten uit één bak nog vrij aanzienlijk is. De spreiding in de berekende LAR-waarden, per bak en over de zes bakken samen, is over het algemeen echter beduidend minder, zodat bij planten tussen de 0.2 en 1.5 g., de lichtabsortie per gram plantgewicht weinig zal verschillen.

Een overzicht van de gegevens die verzameld zijn bij de groei van planten van het cultivar *Ostinata*, bij ca. 23°C, 2000 ppm CO₂, 30 W.m² en 95 % relatieve vochtigheid, staat in tabel 2.

In figuur 1 is de drooggewichtstoename en de $\overline{\text{RGR}}$ van het drooggewicht uitgezet tegen de behandelingsduur.

Omdat de verschillen in plantmateriaal vrij aanzienlijk zijn geweest is het vergelijken van de uitkomsten vrij dubieus. De invloed van de versgewicht/drooggewicht verhouding van het plantmateriaal op tijdstip nul, op de $\overline{\text{RGR}}$ lijkt echter vrij aanzienlijk en één van de hoofdoorzaken van de verschillen in $\overline{\text{RGR}}$ tussen de series met een korte behandelingsduur en de series met een behandelingsduur van 16 tot 22 uur, zie figuur 2.

Een laag droge stofgehalte werkt remmend op de totale groei, maar bevordert de drooggewichtstoename. De oorzaak hiervan is, dat een laag droge stofgehalte gepaard gaat met een relatief hoog watergehalte, dus met grote langgerekte cellen, met dunne wanden. Voor de plant betekent dit langere en dunnere bladeren, ofwel een hoge LAR-waarde. Daardoor is er per gram plantgewicht meer lichtabsorptie mogelijk en zal de nettofotosynthese en daarmee de droge stofproductie groter zijn. Doordat de toename in vers gewicht voornamelijk optreedt als gevolg van strekkingsgroei, waarbij de plant behalve over veel water, ook de beschikking moet hebben over veel bouwstoffen voor de groei van de celwand en de plasmavermeerdering, zal bij een laag droge stofgehalte een mogelijk tekort aan bouwstoffen optreden, met als gevolg een verminderde gewichtstoename. De berekende groeisnelheden en gegevens over de gebruikte planten van Amanda plus staan vermeld in tabel 3.

Door de enorme variatie in het plantmateriaal en de steeds gewijzigde methode van de bepalingen, is het kwantificeren van het effect van de verschillende factoren op de relatieve groeisnelheid uiterst moeilijk. De planten die bij ca. 23°C hebben gestaan waren allemaal erg groot, zodat beschaduwning een belangrijke invloed kon hebben gehad op de droge stoftoename. Het droge stofgehalte van de planten wisselde heel sterk en was bij de 23° planten wat hoger dan bij de andere planten, hetgeen een negatief effect heeft op de netto fotosynthese snelheid. Ook de verschillen in behandelingsduur beïnvloeden de nauwkeurigheid van de bepalingen verschillend. De plant veroudert tijdens de groei continu.

Doordat de droge stofproduktie bij de verschillende temperaturen en het door ons gebruikte plantmateriaal, steeds relatief sterker is dan de vers gewichttoename, verandert de LAR-waarde in de tijd. Hierdoor zal de RGR van het drooggewicht ook aan verandering onderhevig zijn. Bij een zeer korte behandelingsduur wordt de groeipotentie van een plant met een nagenoeg konstante kwaliteit bepaald, terwijl over een langere prioden alleen gemiddelde waarden van plantkwaliteit en groeisnelheid worden verkregen.

Omdat de groei over een periode van 5 uur al zeer goed te bepalen bleek, is met de laatst beschreven en ons inziens meest nauwkeurige methode, waarbij de controleplanten één uur in de klimaatkamers staan, nog een temperatuurserie met vier equidistante trappen in viervoud uitgevoerd, waarbij de behandelingsduur steeds 5 uur was. Een overzicht van de gegevens is weergegeven in tabel 4.

Het plantmateriaal was ditmaal over de gehele periode vrij konstant, zodat het effect van de temperatuur op de groei nauwkeuriger kan worden bepaald. In figuur 3 is de relatieve toename in vers- en drooggewicht en het gewogen gemiddelde van de verhouding tussen deze twee grootheden, uitgezet tegen de temperatuur. De droge toename daalt bij temperaturen boven de 19°C . Hieruit blijkt, dat de temperatuur afhankelijke biochemische processen van de fotosynthese, niet limiterend zijn voor een grotere fotosynthesesnelheid. Door de hogere temperatuur neemt de ademhaling toe en daarmee de netto-fotosynthese af. Toename in vers gewicht treedt voornamelijk op als gevolg van strekkingsgroei, zodat een verandering van de waterpotentiaal van de plant, een onmiddellijke verandering in de groei teweeg brengt.

Bij een hogere temperatuur en een gelijkblijvende relatieve vochtigheid in de klimaatcellen, wordt het vochtspanningsdeficiet tussen de plant en de omringende lucht steeds groter, zodat bij gelijkblijvende weerstand van de huidmondjes en de omringende lucht, de transpiratie toeneemt.

Tussen 19° en 26°C blijft de verse groei ongeveer konstant.

De vermoedelijk iets hogere worteltemperatuur brengt een grotere wortelaktiviteit met zich mee, zodat de verhoogde wateropname de toegenomen transpiratie compenseert. Boven 26°C neemt de verse groei duidelijk af en bij 42°C gaat de transpiratie de wateropname zelfs te boven.

Hoewel het uitvoeren van een f-toets op temperatuuressfeet niet geheel gerechtvaardigd is door de (kleine) verschillen in plant-materiaal, lijkt de hiermee gemaakte fout niet erg groot. Voor zowel de droog gewicht als de vers gewicht \overline{RGR} blijkt, dat bij een onbetrouwbaarheid tussen 1 % en 2,5 % er een significant temperatuuressfeet is. Voor de droge stof produktie is een temperatuur van 18°C het meest optimaal en voor de verse groei ligt de optimum temperatuur tussen 18°C en 26°C.

Om de totale gewichtsvermeerdering en droge stofproduktie in 5 uur als funktie van de temperatuur, het plantgewicht en het droge stof-gehalte van de plant te verkrijgen, zijn de benodigde gegevens, na een met de hand uitgevoerde transformatie in de komputer gestopt. Hiermee zou mogelijk meer inzicht verkregen kunnen worden in de processen die aan de groei ten grondslag liggen. Via een iteratieve methode kwam voor de procentuele toename in totaal gewicht de volgende funktie naar voren:

$$Y = 54,78 - 0,0004 \cdot x_1^3 + 0,0301 x_2 - 2,2599 x_3$$

waarbij Y = % toename in versgewicht

x_1 = temperatuur in °C

x_2 = totaal gewicht van het uitgangsmateriaal in g/100 planten

x_3 = vers-gewicht/drooggewicht-verhouding van het uitgangsmateriaal.

Door de vrij grote variatie in \bar{y} -waarden bij één temperatuur, is het verschil tussen de gevonden \bar{y} -waarden en de met deze formule berekende \bar{y} -waarden groot. Een ander bezwaar is, dat bovenstaande, wiskundig gezien de meest juiste formule, nauwelijks inzicht verschaft in de processen die bij de verse groei optreden. Doordat x_2 en x_3 de variatie in \bar{y} slechts voor een zeer klein deel verklaren, is in tweede instantie alleen naar een verband tussen x_1 en \bar{y} gezocht, in een iets meer doorzichtige vorm.

Hierbij kwam de volgende relatie naar voren:

$$\bar{y} = 6,3616 - 0,4398 \left(-1,5 + \frac{x_1}{10} \right)^3$$

De korrelatiekoeffiënt voor \bar{y} met x_1^3 , is 0,755, hetgeen bij 16 waarnemingspunten betekent dat de samenhang tussen \bar{y} en x_1^3 , significant is.

De absolute vochtigheid van de lucht is omgekeerd evenredig met de temperatuur en de warmtestraling van kuwetwand en plant, is recht evenredig met de vierde macht van de temperatuur.

Met het temperatuur afhankelijke effect van het verschil in geabsorbeerde en uitgezonden warmtestraling op de energiebalans en daarmee op de transpiratie van de plant en het direkte effect van de temperatuur op de transpiratie, is de samenhang tussen de versgewicht toename en de temperatuur tot de derde macht niet erg begrijpelijk. De invloed van de worteltemperatuur op de verse groei is hierbij ook niet bekend.

Voor de procentuele droge stoftoename in 5 uur werd de volgende relatie gevonden: $y = 10,32 - 0,6966 (-0,2 + \frac{x_1}{10})^2$, met een korrelatiekoëfficiënt van \bar{y} met x^2 , van 0,757.

Omdat deze functie uiteraard alleen geldt voor de door ons gebruikte temperaturen tussen de 18° en 45°C, is het hieruit bepalen van de optimum temperatuur niet mogelijk.

3.5. Discussie.

Omdat bij elders verricht onderzoek steeds de groeisnelheid is bepaald over een periode van een aantal dagen, met afwisselend een donker- en een lichtperiode, is het vergelijken van resultaten uiterst moeilijk. Bovendien wordt in de meeste gevallen de totale straling tussen 200 en 3400 nm vermeld, zodat omrekenen naar fotosynthetisch actieve straling een eerste vereiste is. Ook het werken met andere slacultivars als proefmateriaal en het niet vermelden van het droge stofgehalte van de planten maakt een vergelijking uiterst lastig.

Gaastra (1959) vond, dat bij spinazie, komkommers, tomaat en knolraap, een bestralingssterkte van 63 W.m⁻², de fotochemische reactie, de imiterende faktor was voor de fotosynthese. Vermoedelijk is daarom de door ons gebruikte bestralingssterkte van 30 W.m⁻², ook de faktor die de snelheid van het fotosynthetisch proces bepaalt.

Ook het werk van Cox, McKee en Dearman (1976) wijst in deze richting. Zij vonden bij een totale belichtingssterkte van 120 W.m⁻² een toename in de \overline{RGR} bij een oplopende temperatuur van 15° tot 25°C.

In ons geval is het zeer goed mogelijk, dat bij lagere temperaturen dan 19°C, een nog hogere groeisnelheid wordt gerealiseerd.

De afname in vers gewicht bij een temperatuur van ca. 42°C maakt het interessant om het verloop van het vers gewicht in de tijd te volgen. Doordat de huidmondjes bij overmatig vochtverlies sluiten, zal de waterhuishouding van de plant na verloop van tijd weer genormaliseerd zijn. Daarna zal er een nieuwe evenwichtstoestand

in wateropname en -afgifte ontstaan. De invloed van het sluiten van de huidmondjes, en het, als gevolg van een verlaagde waterpotentiaal, kleinere bladoppervlak zal ook een verandering van de droge stofproduktie in de tijd tot gevolg hebben.

Bij het door ons gebruikte plantmateriaal met een laag droge stofgehalte, was de droge stoftoename steeds groter dan de procentuele vers gewichttoename.

Het is interessant om na te gaan wat de uiterste mogelijkheden in droge stofgehalte van de plant zijn, wat de konsekwenties op de totale groei zijn en hoe dit eventueel in de praktijk kan worden benut.

4. Geraadpleegde literatuur.

Cox, E.F., McKee, J.M.T. en Dearman A.S. (1976) The effect of growth rate on tipburn occurrence in lettuce. Journal of Horticultural Science 51 : 297-309.

Dennis, D.J. en Fullforce, W.M. (1974) Analysis of the subsequent growth and development of winter glasshouse in response to short periods in growth chambers during propagation. Acta Hort. 39 : 197-218.

Dolby, J.L. (1963) A quick method for choosing a transformation. Technometrics vol. 5, no. 3.

Gaastra, P (1959) Photosynthesis of cropplants as influenced by light, carbondioxide, temperature, and stomatal diffusion resistance. Meded. Landb. Hogesch., Wageningen, 59 : 1-68.

Hey, G. en Jooren, C.H.G.M. (1975) Technische beschrijving van groei-cellen. (Intern verslag Proefstation).

Klapwijk, D. en Lint, P.J.A.L. de (1975) Growth rates of tomato seedlings and seasonal radiation. Neth. J. Agric Sci. 23 : 259-268.

Kruyk, P.A. (1975) 75 jaar onderzoek in Naaldwijk.

Macdonall, F.D.H. (1972) Growth kinetics of Marquis wheat I light dependence. Can. J. Bot. 50 : 89-99.

Macdonall, F.D.H. (1972) Growth Kinetics of Marquis wheat II Carbondioxide dependence Can. J. Bot. 50 : 883-889.

Patterson, D.T. (1975) Photosynthetic acclimation to irradiance in *Celastrus orbiculatus* Thunb. Photosynthetica 9 (2) : 140-144.

Pieters, G.A. en Zima, M. (1975) Photosynthesis of desicating leaves of Poplar. Physiol Plant. 34 : 56-61.

Radford, P.J. (1967) Growth analysis formulae. Their use and abuse. Crop Science, vol 7 : 171-175.

Scaife, M.A. (1973) The early relative growth rates of six lettuce cultivars as affected by temperature. Ann. appl. Biol. 74 : 119-128.

Intern Jaarverslag van het Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder Glas 1975.

Tabel 1: Plantanalyse over 25 planten gemiddeld.

Aantal dg. na zaai	(cm ²) bladoppervl.	totaal plantgew.	(cm ² .g ⁻¹) LAR	(g) drooggew.	var.koëff. v.h.oppervl.	var.koëff v.h. gew.	var. verkoë v.d LA
27	10.44	0.2096	50.11	0.0093	16.61	13.03	15.44
30	20.69	0.3958	52.46	0.0174	15.63	16.28	7.76
34	29.44	0.5464	54.47	0.0233	14.71	14.84	14.07
41	43.61	0.8326	52.39	0.0441	22.08	20.72	8.57
43	65.48	1.1224	58.51	0.0550	17.65	18.35	7.87
47	87.12	1.5488	56.26	0.0772	17.31	16.82	5.06

Tabel 2: Gegevens over de groei van jonge slapplanten cv Ostinata.

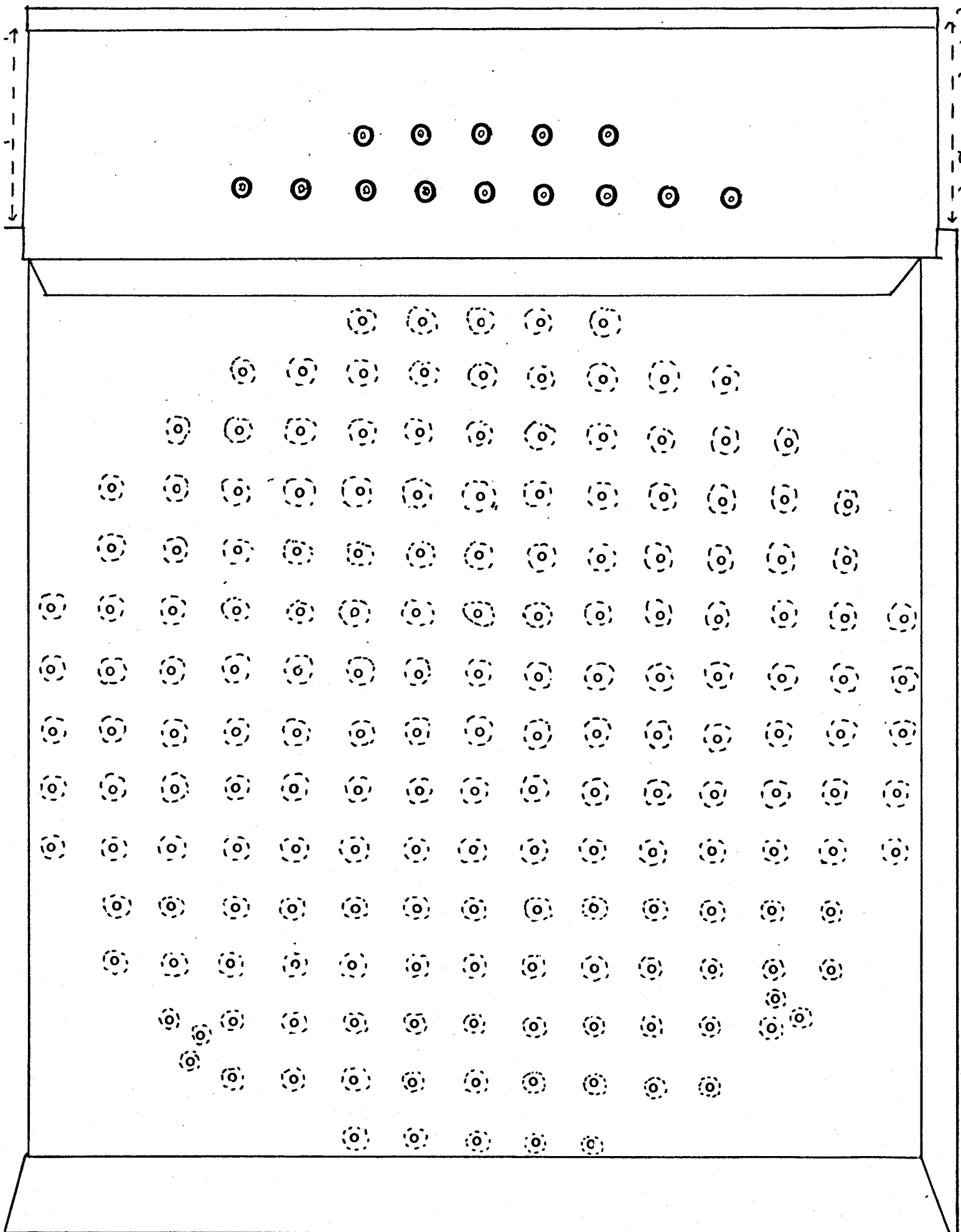
versgew. v.h. uitg. materiaal in g/100 pl.	doorgew. v.h. uitg. materiaal in g/100 pl.	versgew. drooggew. verhouding	% vers- gew. toename	% droog- gew. toename	RGR v. het droog- gew. in % d-1	RGR v. h. vers- gew. : in % u-1	behan- deling duur in ure
400.74	18.92	21.18	0.00	3.38	1.663	0.003	2
321.20	16.38	19.61	-0.36	3.85	1.887	-0.183	2
400.74	18.92	21.18	2.16	7.72	1.858	0.535	4
321.20	16.38	19.61	2.98	6.84	1.654	0.734	4
400.74	18.92	21.18	4.18	9.25	1.474	0.683	6
321.20	16.38	19.61	4.42	9.89	1.572	0.722	6
400.74	18.92	21.18	8.40	12.90	1.516	1.009	8
321.20	16.38	19.61	5.41	13.31	1.562	0.659	8
62.25	4.12	15.11	8.34	18.69	1.071	0.501	16
185.04	11.87	15.59	24.40	18.28	1.049	1.365	16
62.25	4.12	15.11	11.05	31.55	1.524	0.582	18
185.04	11.87	15.59	29.91	15.33	0.793	1.454	18
62.25	4.12	15.11	19.69	40.05	1.684	0.899	20
185.04	11.87	15.59	34.74	22.66	1.021	1.491	20
62.25	4.12	15.11	23.12	38.11	1.468	0.945	22
185.04	11.87	15.59	37.64	26.54	1.070	1.452	22
126.30	7.23	17.47	24.71	40.70	1.422	0.920	24
76.39	4.47	17.09	68.35	113.31	1.579	1.085	48

Tabel 3: Gegevens over groeisnelheid, plantmateriaal en milieukondities bij slapplanten cv Amanda plus.

tempe- ratuur in °C	koolzuur conc. in ppm	rel. vochtig heid %	behande- lingsduur in uren	versgew. in g/100 planten	droog gew. in g/100 planten	versgew./ drooggew. verhoud.	aantal behande- lingspl.	aantal kontrole planten	versgew. RGR in %·u ⁻¹	droog gew. RGR in %·u ⁻¹
23.0	2113	93.8	2	189.03	11.55	16.37	384	96	0.722	2.054
23.6	2040	93.8	4	180.98	12.72	14.23	384	96	1.028	1.639
23.8	2065	95.0	6	238.77	14.84	16.09	372	93	0.291	0.990
22.4	2068	94.3	8	274.82	13.55	20.28	380	95	0.644	1.757
23.2	2120	94.3	4	71.21	3.34	21.33	401	401	0.289	1.532
23.4	2075	95.0	2	92.60	4.45	20.81	369	368	-0.024	1.089
24.7	1710	87.5	6	113.32	5.20	21.78	193	196	0.295	2.076
32.5	2100	95.0	6	20.49	1.08	18.93	318	318	0.656	1.808
33.0	2115	91.0	5	23.96	1.24	19.36	314	318	1.390	2.332
32.1	1935	91.0	2	18.11	0.84	21.64	328	325	4.479	5.962
32.7	2080	94.5	2	19.79	0.96	20.70	320	300	0.428	0.984
31.8	1970	91.0	2	15.35	0.77	20.06	314	300	-0.272	2.112
33.2	2125	94.5	2	15.29	0.73	20.82	295	314	-1.326	1.278
32.7	2010	94.8	6	23.49	1.10	21.42	297	320	3.146	5.192
40.5	2318	92.3	5	63.26	3.61	17.51	423	412	0.557	2.060
42.0	2105	93.0	4	102.45	5.18	19.80	419	412	-0.004	1.327
40.1	2154	95.0	5	22.54	1.01	22.34	626	603	0.110	2.892
45.1	2173	93.0	4	23.40	1.11	21.17	632	631	0.494	2.537

Tabel 4: Groei van slapplanten c.v Amanda plus, bij 30 W.m⁻², 2200 ppm CO2 en 95 % r.v. in 5 uur.

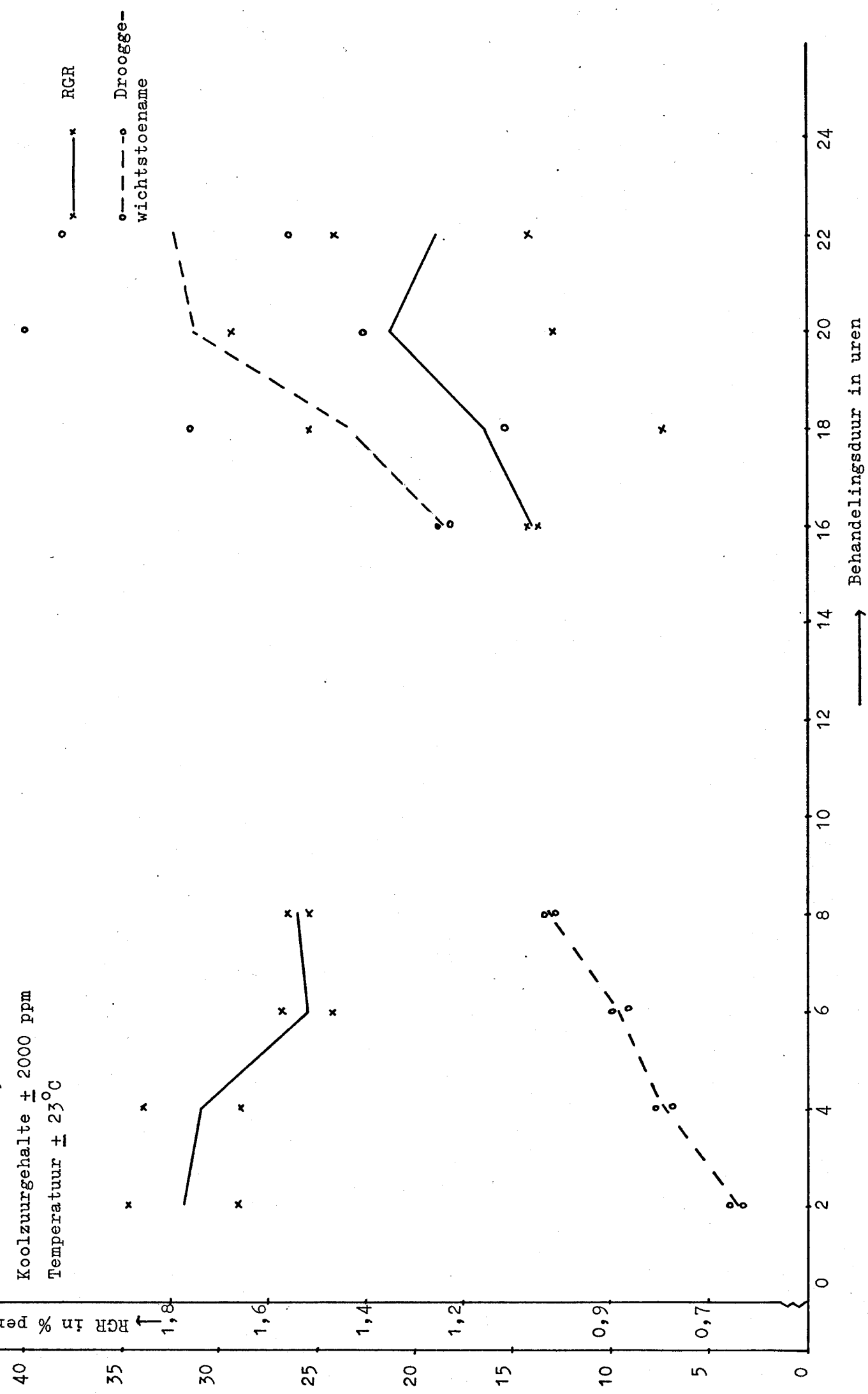
tempe- ratuur in °C	versgew. in g/100 planten	drooggew. in g/100 planten	versgew/ drooggew. verhoud.	%-toename in vers- gewicht	versgew. RGR in % u ⁻¹	% toename in droog- gewicht	drooggew. RGR in % u ⁻¹
18.9	30.66	1.429	21.46	1.08	0.214	12.18	2.298
19.6	33.84	1.581	21.40	5.91	1.148	15.94	2.958
20.2	36.98	1.736	21.30	6.40	1.241	14.80	2.761
19.2	23.73	1.118	21.21	11.03	2.092	22.97	4.135
26.0	32.28	1.511	21.36	1.94	0.385	10.99	2.085
26.6	26.85	1.243	21.60	4.81	0.939	14.51	2.691
26.6	35.64	1.683	21.17	11.52	2.181	17.23	3.179
26.8	30.76	1.426	21.57	5.39	1.050	13.46	2.526
33.9	34.88	1.577	22.12	8.02	1.543	15.66	2.910
34.4	23.47	1.101	21.32	3.54	0.697	13.08	2.458
33.7	37.82	1.779	21.26	0.25	0.050	10.23	1.948
34.3	28.12	1.366	20.59	1.61	0.320	8.05	1.549
40.9	40.45	1.810	22.35	-5.01	-1.027	4.81	0.939
45.2	46.86	2.053	22.82	-5.78	-1.190	5.99	1.164
41.0	36.81	1.701	21.64	2.34	0.462	11.64	2.202
41.9	49.53	2.195	22.57	-2.37	-0.480	5.65	1.099



↑ Toename in drooggewicht in % v controle

Figuur 1

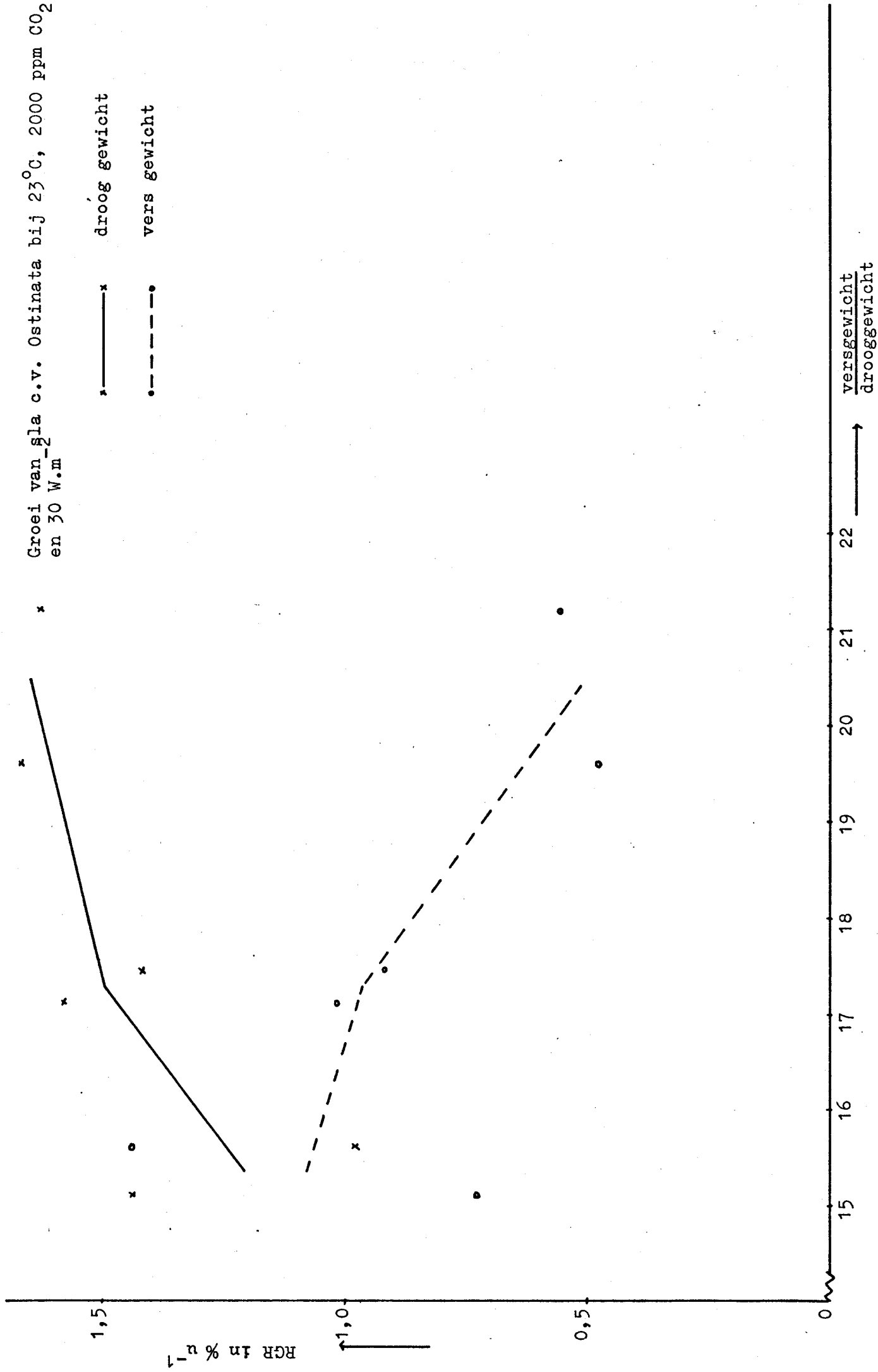
Groei en groeiselheid van slapplanten cv Ostinata, uitgezet tegen de tijd.
Lichtintensiteit 30 W.m.⁻²
Koolzuurgehalte ± 2000 ppm
Temperatuur ± 23°C



Figuur 2

Groei van gla c.v. Ostinata bij 23°C, 2000 ppm CO₂
en 30 W.m

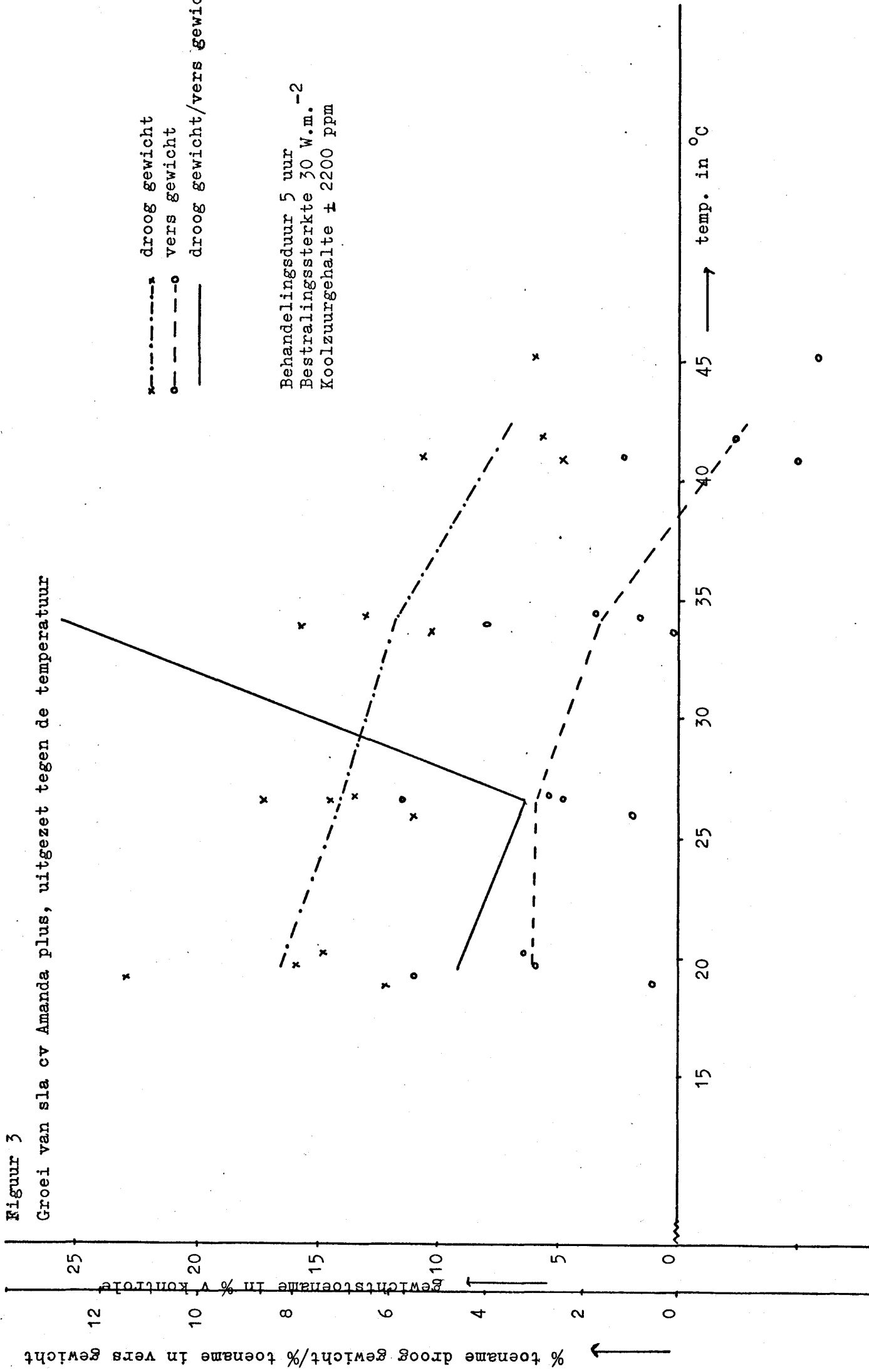
— x — droog gewicht
- - - o - - - vers gewicht



$\frac{\text{versgewicht}}{\text{drooggewicht}}$

Rijuur 3

Groei van sla cv Amanda plus, uitgezet tegen de temperatuur



Figuur 4

Slaplanten cv Amanda plus

Relatie gemiddeld plantgewicht-gemiddeld bladoppervlak

